

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-178508

(43)Date of publication of application : 26.06.2002

(51)Int.Cl.

B41J 2/015

(21)Application number : 2000-376780

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 12.12.2000

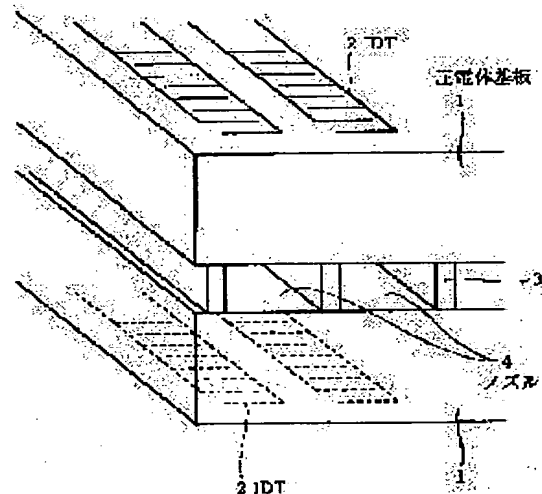
(72)Inventor : TSUKADA MAMORU

(54) LIQUID JET HEAD AND ITS DRIVING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid jet head having a novel structure with a superior controllability for discharge liquid drops by utilizing surface acoustic waves, and its driving method.

SOLUTION: Two sheets of piezoelectric substrates 1 having a thickness of approximately a wavelength of the surface acoustic waves are overlapped, thereby forming nozzles 4. At the same time, comb type and crossing finger-shaped electrodes (IDTs 2 or UDTs 12) are arranged on a face of each piezoelectric substrate 1 opposite to the nozzles 4. The electrodes (IDTs 2 or UDTs 12) are burst driven by applying the same driving waveform. As a result, surface acoustic waves are generated to wall faces which form the nozzles 4, and a liquid in the nozzles 4 is discharged as liquid drops from leading end parts.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The fluid injection head characterized by arranging a surface-acoustic-waves generating means to the field of the opposite side of this piezo electric crystal substrate in the fluid injection head which makes a drop breathe out with surface acoustic waves while forming a liquid flow channel according to the whole surface of a piezo electric crystal substrate.

[Claim 2] The fluid injection head characterized by arranging a surface-acoustic-waves generating means, respectively to the liquid flow channel of said piezo electric crystal substrate, and the field of the opposite side while piling up two piezo electric crystal substrates and forming a liquid flow channel between them in the fluid injection head which makes a drop breathe out with surface acoustic waves.

[Claim 3] The fluid injection head according to claim 1 or 2 characterized by making thickness of said piezo electric crystal substrate into wavelength extent of surface acoustic waves.

[Claim 4] A fluid injection head given in claim 1 which abbreviation's is in the stationary wave conditions of the liquid which the crossover width of face of the electrode which constitutes said surface-acoustic-waves generating means makes breathe out by carrying out, and is characterized by things thru/or any 1 term of 3.

[Claim 5] A fluid injection head given in claim 1 which abbreviation's is in the stationary wave conditions of the liquid which the delivery height of said liquid flow channel makes breathe out by carrying out, and is characterized by things thru/or any 1 term of 4.

[Claim 6] A fluid injection head given in claim 1 to which said surface-acoustic-waves generating means is characterized by the tandem-type crossover finger-like electrode (IDT) or on the other hand being a tropism tandem-type crossover finger-like electrode (UDT) thru/or any 1 term of 5.

[Claim 7] A fluid injection head given in claim 1 characterized by for two or more said surface-acoustic-waves generating means standing in a row, and forming them thru/or any 1 term of 6.

[Claim 8] A fluid injection head given in claim 1 characterized by having the liquid service tank wearing device, the regurgitation nozzle selection means, and the driving means thru/or any 1 term of 7.

[Claim 9] The drive approach of the fluid injection head characterized by the displacement rate of the oil level of the delivery of said liquid flow channel terminating a burst drive for the surface-acoustic-waves generating means arranged to the field of the opposite side of the piezo electric crystal substrate which forms a liquid flow channel while the force is acting on a liquid discharge direction to this oil level at the maximum in a fluid injection head given in claim 1 thru/or any 1 term of 7.

[Claim 10] The drive approach of the fluid injection head characterized by arranging a surface-acoustic-waves generating means, respectively to the field of the opposite side of two piezo electric crystal substrates which form a liquid flow channel in the fluid injection head which makes a drop breathe out from a liquid flow channel with the surface acoustic waves generated by driving a surface-acoustic-waves generating means, and impressing the respectively same drive wave to both the surface-acoustic-waves generating means.

[Claim 11] The drive approach of a fluid injection head according to claim 10 that said surface-acoustic-waves generating means is characterized by the tandem-type crossover finger-like electrode (IDT) or on the other hand being a tropism tandem-type crossover finger-like electrode (UDT).

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fluid injection head which makes a drop breathe out using the surface acoustic waves generated with a tandem-type crossover finger-like electrode, and its drive approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] The piezo-electric (piezo) method of the conventional fluid injection approach which makes a drop breathe out is the most common by giving heat rapidly by making the piezoelectric device attached to the heater drive method which makes the phase transition of a liquid cause and makes a drop breathe out by the blowing pressure force, and the pressurized room containing a liquid deform. Each of these methods is a large number, and throws highly minute-ization of printing image quality, and if it is going to arrange a detailed nozzle to high density by the fluid injection head, since very precise forming technique and a process technique will be required, they are throwing the problem greatly at improvement in the speed in recent years. moreover, the case of a piezo-electric method -- per impression unit electrical potential difference -- ***** -- and a big variation rate -- since an ingredient which can realize an amount is desired, it is required to use the piezoelectric material of a PZT system, but since the piezoelectric material of this PZT system is an ingredient containing lead, an environment-visual field to that use is not desirable.

[0003] The technique (the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers technical report, US 89-51, P41-46) which used the streaming phenomenon of surface acoustic waves (SAW: Surface Acoustic Wave) by Mr. Shiokawa etc. is proposed to such a problem, and the fluid injector which used further the surface acoustic waves SAW generated with a tandem-type crossover finger-like electrode also in JP,06-064173,A, JP,10-034909,A, etc. is proposed. In the fluid injection head using this

kind of surface acoustic waves, it is constituted so that a liquid may be made to breathe out using the surface acoustic waves generated in the same field as the field which has arranged the tandem-type crossover finger-like electrode (IDT: Inter-digital Transducer) on the front face of a piezo electric crystal substrate, and has generally arranged this tandem-type crossover finger-like electrode.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it sets on the fluid injection head using surface acoustic waves. Since it is common to make a liquid breathe out using the surface acoustic waves generated in the same field as the field where thickness has arranged the tandem-type crossover finger-like electrode (IDT) on the front face of a piezo electric crystal substrate thick enough, and has arranged this tandem-type crossover finger electrode, It was also difficult to pull out to the driver circuit side which we have to arrange [driver circuit] an electrode in a liquid flow channel (nozzle), and are [driver circuit] anxious about an electrochemical reaction from contact of liquids, such as an electrode and ink, and makes an electrode drive. Therefore, a point inadequate for the configuration of heads, such as problems, liquid supply systems, etc. of a controllability of a drop, such as size of a drop and its discharge direction, is seen, and this kind of fluid injection heads [no] have resulted in commercial production.

[0005] Moreover, from the environment-view of the lead ingredient similarly contained in a piezo electric crystal in the fluid injection head of the conventional piezo-electric method, with the quality of the material which does not contain lead, even if there are few amounts of displacement, the fluid injection head equipped with the structure where a liquid can be made to fully breathe out is demanded.

[0006] Then, this invention is made in view of the unsolved technical problem which the conventional technique mentioned above has, and aims at offering the fluid injection head equipped with the new structure which was excellent in the controllability of a discharged liquid drop using surface acoustic waves, and its drive approach.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the fluid injection head of this invention is characterized by arranging a surface-acoustic-waves generating means to the field of the opposite side of this piezo electric crystal substrate in the fluid injection head which makes a drop breathe out with surface acoustic waves while forming a liquid flow channel according to the whole surface of a piezo electric crystal substrate.

[0008] Moreover, the fluid injection head of this invention is characterized by arranging a surface-acoustic-waves generating means, respectively to the liquid flow channel of

said piezo electric crystal substrate, and the field of the opposite side while it piles up two piezo electric crystal substrates and forms a liquid flow channel between them in the fluid injection head which makes a drop breathe out with surface acoustic waves.

[0009] In the fluid injection head of this invention, it is desirable to make thickness of said piezo electric crystal substrate into wavelength extent of surface acoustic waves.

[0010] the stationary wave conditions of the liquid which the crossover width of face of the electrode which constitutes said surface-acoustic-waves generating means makes breathe out in the fluid injection head of this invention -- abbreviation -- the stationary wave conditions of the liquid which an equal thing is desirable and the delivery height of said liquid flow channel makes breathe out further -- abbreviation -- an equal thing is desirable.

[0011] In the fluid injection head of this invention, said surface-acoustic-waves generating means of a tandem-type crossover finger-like electrode (IDT) or on the other hand it being a tropism tandem-type crossover finger-like electrode (UDT) is desirable.

[0012] In the fluid injection head of this invention, it is desirable that two or more said surface-acoustic-waves generating means stand in a row, and are formed, and it is desirable to have the liquid service tank wearing device, the regurgitation nozzle selection means, and the driving means.

[0013] Furthermore, in the fluid injection head mentioned above, the displacement rate of the oil level of the delivery of said liquid flow channel is max, and the drive approach of the fluid injection head of this invention is characterized by terminating a burst drive at the surface-acoustic-waves generating means arranged to the field of the opposite side of the piezo electric crystal substrate which forms a liquid flow channel, while the force is acting on a liquid discharge direction to this oil level.

[0014] The drive approach of the fluid injection head of this invention arranges a surface-acoustic-waves generating means, respectively to the field of the opposite side of two piezo electric crystal substrates which form a liquid flow channel in the fluid injection head which makes a drop breathe out from a liquid flow channel with the surface acoustic waves generated by driving a surface-acoustic-waves generating means, and is characterized by impressing the respectively same drive wave to both the surface-acoustic-waves generating means.

[0015]

[Function] By making thin to wavelength extent of surface acoustic waves thickness of the piezo electric crystal substrate which forms IDT or UDT which generates surface acoustic waves according to the fluid injection head of this invention By using that surface acoustic waves can be excited also for the rear-face side of the field which has

arranged IDT or UDT While it cannot need to arrange an electrode in a liquid flow channel, but the controllability of a drop can be raised while raising the stability of an electrode, and being able to consider as a liquid supply system and the device in which perfect practical use of a head configuration is possible With the head of the conventional method, the head in which formation of a full multi-nozzle like A4 size width of face which cannot be made is also possible is offered.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing.

[0017] Drawing 1 is a partial perspective view which illustrates roughly the configuration of one example of the fluid injection head of this invention, (a) of drawing 2 is the mimetic diagram showing the polar zone as a surface-acoustic-waves generating means in this example, and ** (b) is drawing showing an example of a drive wave impressed to the polar zone of a surface-acoustic-waves generating means.

[0018] It is the piezo electric crystal substrate with which, as for 1, the tandem-type crossover finger-like electrode (IDT:Inter-digital Transducer) 2 as a surface-acoustic-waves generating means was formed in the whole surface in drawing 1. Phase opposite of the field in which IDT2 is not formed in these two piezo electric crystal substrates 1 is carried out. To the so-called confrontation Superposition, It is constituted so that the nozzle 4 which serves as a liquid flow channel through the rib 3 which has set and arranged predetermined spacing may be formed among both, and both up-and-down IDT(s)2 are arranged so that each location may lap mutually, and each nozzle 4 is arranged so that it may correspond to IDT2, respectively. Although two IDT(s)2 are illustrated to the up-and-down piezo electric crystal substrate 1 in drawing 1, respectively, on the piezo electric crystal substrate 1, a large number are arranged crosswise in parallel, respectively, and they are formed. This IDT2 can generate surface acoustic waves, and as shown in (a) of drawing 2, it is created by the whole surface of the piezo electric crystal substrate 1 according to a photolithography process according to the design point of the usual IDT electrode. This is a general technique as shown in "surface acoustic wave engineering" (Institute of Electronics and Communication Engineers, ***** editorial supervision) p57 - "ultrasonic spectroscopy (application section)" (Baifukan) p58- etc. Moreover, wire bonding of the edge of each electrode of IDT2 is carried out to the printed circuit board 5 equipped with the regurgitation nozzle selection means and the driving means as shown in (a) of drawing 2 by the wire 6, a drive wave is impressed through a printed circuit board 5 from the exterior, and IDT2 generates surface acoustic waves. In addition, IDT2 can be formed so that it may

optimize according to the quality of the material of a piezo electric crystal substrate, propagation velocity, an excitation frequency of surface acoustic waves, etc.

[0019] Moreover, in the fluid injection head of this invention, it notes being able to excite sufficient surface acoustic waves also for the rear-face side of the field in which IDT2 was formed by making thickness of the piezo electric crystal substrate 1 thin to wavelength extent of surface acoustic waves. For example, it is the 128-degree rotation Y cut X propagation LiNbO₃ as a piezo electric crystal substrate 1. By making thickness of the piezo electric crystal substrate 1 thin to wavelength extent of surface acoustic waves, forming IDT2 in that whole surface using a single crystal, and driving this IDT2, with the field in which IDT2 of the piezo electric crystal substrate 1 was formed, surface acoustic waves arise also at the rear face (namely, wall surface which forms a nozzle 4) of the opposite side, and these surface acoustic waves are used.

[0020] Thus, the fluid injection head constituted is producible as follows.

[0021] IDT2 ((a) of drawing 2) is created according to the design point of the usual IDT electrode according to a photolithography process on the whole surface of the piezo electric crystal substrate 1. While producing such two piezo electric crystal substrates 1, a rib 3 is attached two or more picking so that the deposit of the adhesives may be carried out to the field (namely, field which forms the wall surface of a nozzle) which does not form IDT2 of the piezo electric crystal substrate 1 by screen-stencil and it may become predetermined height. And it is made to paste up and harden, after carrying out alignment so that the field which does not form IDT2 of two piezo electric crystal substrates 1 may be made to counter, and it may arrange back to back and the up-and-down location of IDT2 may lap mutually. By this, the field which does not form IDT2 of both the up-and-down piezo electric crystal substrate 1 turns into a wall surface which forms a nozzle 4, and the height of a nozzle 4 is prescribed by the height of a rib 3. Thus, as shown in drawing 4, the cartridge holder 8 is pasted up on both the joined up-and-down piezo electric crystal substrate 1 so that adhesives may not close a liquid feeder current way. The printed circuit board 5 by which wire bonding was carried out to IDT2 is attached in the whole surface of the cartridge holder 8. In addition, although one printed circuit board 5 is illustrated to drawing 4, the printed circuit board by which wire bonding was carried out to IDT formed also in the rear-face side at the piezo electric crystal substrate of another side is arranged similarly. It equips with the liquid service tank 9 filled up with the liquid behind the cartridge holder 8, and a liquid is supplied to a nozzle 4 from this liquid service tank 9. Moreover, two or more juxtaposition of IDT and the nozzle 4 is carried out, and the equipment illustrated to drawing 4 constitutes the full multi-nozzle type. Thus, a drive wave is impressed to

IDT2 through the printed circuit board 5 equipped with the regurgitation nozzle selection means and the driving means from the connector 10, and the fluid injection head produced is constituted so that the regurgitation of a drop may be performed from a nozzle 4.

[0022] Next, in the fluid injection head constituted as mentioned above, IDT and its drive gestalt as a surface-acoustic-waves generating means formed in the piezo electric crystal substrate are explained with reference to drawing 2.

[0023] The drive of IDT2 impresses drive waves (the example of a sine wave form is shown in (b) of drawing 2), such as a square wave and a sine wave, through a printed circuit board 5, and carries out a burst drive. Here, it is the 128-degree rotation Y cut X propagation LiNbO₃ as a piezo electric crystal substrate 1. If a single crystal is used, the rates (v) of the surface acoustic waves of this ingredient are about 4000 m/sec, and when setting drive frequency to 20MHz, the configuration conditions of this example will become settled uniquely. Namely, as for $\lambda/2$ of values, an electrode pitch is set to 100 micrometers in 100 micrometers, crossover width of face of 100 micrometers of an electrode, and nozzle height noting that the thickness of the piezo electric crystal substrate 1 changes a frequency when 0.2mm ($=\lambda$) and the stationary wave conditions of a liquid change a medium to a liquid from a piezo electric crystal substrate, and it does not change wavelength. In addition, electrode material is taken as aluminum.

[0024] Moreover, if, as for the plane of vibration in a liquid, surface acoustic waves reach vibration once 4000 ($v/v_1 =$) / when it vibrates 1500= 2.66 times, acoustic velocity (v_1) of a liquid is made into 1500 m/sec and excitation will end the rate of a variation rate by this integral multiple at this time since it is max, a drop will begin to be most thrown up at this time. Therefore, in (b) of drawing 2, the example driven 2.5 counts of a burst by amplitude 10V is shown, using drive frequency as 20MHz. Thus, in case a burst drive is carried out, the count of the burst and the height of the amplitude set up conditions which serve as sufficiently big force so that a drop can fly at the rate which overcomes to the surface tension of a liquid after taking into consideration the wettability of the nozzle component to the magnitude of a nozzle, and exists further.

[0025] Moreover, it is the acoustic velocity of v and a liquid about the rate of surface acoustic waves v_1 If it carries out, since, as for the radiation angle theta of an underwater longitudinal wave, it turns out that it is expressed with $\theta = \sin^{-1}(v_1 / v)$, when a same waveform is impressed to each IDT2 arranged by two-sheet confrontation in this on the outside of a liquid flow channel, the directivity of the drop regurgitation can be raised as a result of vector composition of an underwater longitudinal wave.

Furthermore, since surface acoustic waves stand only on the crossover width of face of the electrode which constitutes IDT, they contribute to the controllability of a drop by considering as an equal mostly at the stationary wave conditions of a liquid of making the integral multiple of sonic wavelength (equal to wavelength of surface acoustic waves) $\lambda / 2$ of a liquid which makes the crossover width of face of the electrode which constitutes IDT breathing out spreading namely, breathing out abbreviation etc. Moreover, the stationary wave of the liquid made to breathe out can be made from making it almost equal to $\lambda/2$ [which makes the height of a nozzle 4 (delivery) breathe out] of the integral multiples of the sonic wavelength of a liquid, and it contributes to the controllability of a drop. In addition, since surface acoustic waves stand only on the crossover width of face of the electrode of IDT2 about the rib 3 which specifies the width of face of a nozzle 4, it is not necessary to necessarily prepare for every nozzle. However, it may prepare for every nozzle and a rib may be made into the width of face of stationary wave conditions.

[0026] Moreover, although he is trying to drive to coincidence IDT2 of two piezo electric crystal substrates 1 which form a nozzle 4 formed in the outside field, respectively in the example mentioned above, it is possible also by driving only IDT2 on one piezo electric crystal substrate 1 to make a drop breathe out. However, there is a field which is a little inferior in the directivity of a drop.

[0027] Next, other examples of the fluid injection head of this invention are explained with reference to drawing 3 . In this example, it is the same as that of the example which mentioned another configuration and other conditions above unlike the example which the surface-acoustic-waves generating means mentioned above.

[0028] (a) of drawing 3 is the mimetic diagram showing other polar zone as a surface-acoustic-waves generating means in the fluid injection head of this invention, and ** (b) is drawing showing an example of a drive wave impressed to the polar zone of a surface-acoustic-waves generating means.

[0029] In this example, surface acoustic waves can be excited only to an one direction so that this UDT12 may prevent [which is illustrated to (a) of drawing 3] loss of the bidirection of IDT as a surface-acoustic-waves generating means using the tropism tandem-type crossover finger-like electrode (UDT:Uni-Directional Transducer) 12 on the other hand, loss of surface acoustic waves can be suppressed to the minimum, and the controllability of a drop can be raised.

[0030] Creation of UDT12 is created by the whole surface of the piezo electric crystal substrate 1 according to a photolithography process like IDT2 mentioned above according to the design point of the usual UDT electrode, and UDT12 can be formed so

that it may optimize according to the quality of the material of a piezo electric crystal substrate, propagation velocity, an excitation frequency of surface acoustic waves, etc. UDT12 is the three-phase alternating current, and it can drive by the square wave or the sine wave (a sine wave form is shown in (b) of drawing 3), and it can be made to breathe out with sufficient control of a drop like the example mentioned above by performing 2.5 burst drives by amplitude 10V, using drive frequency as 20MHz so that surface acoustic waves may advance in the direction of a nozzle.

[0031]

[Effect of the Invention] By making thin to wavelength extent of surface acoustic waves thickness of the piezo electric crystal substrate which forms IDT which generates surface acoustic waves, or UDT according to this invention, as explained above By using that surface acoustic waves can be excited also for the rear-face side of the field which has arranged IDT or UDT While it cannot need to arrange an electrode in a liquid flow channel, but the controllability of a drop can be raised while raising the stability of an electrode, and being able to consider as a liquid supply system and the device in which perfect practical use of a head configuration is possible With the head of the conventional method, the head in which formation of a full multi-nozzle like A4 size width of face which cannot be made is also possible can be offered.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the partial perspective view which illustrates roughly the configuration of one example of the fluid injection head of this invention.

[Drawing 2] (a) is the mimetic diagram showing the polar zone as a surface-acoustic-waves generating means in one example of the fluid injection head of this invention, and (b) is drawing showing an example of a drive wave impressed to the polar zone of a surface-acoustic-waves generating means.

[Drawing 3] (a) is the mimetic diagram showing other polar zone as a surface-acoustic-waves generating means in the fluid injection head of this invention, and (b) is drawing showing an example of a drive wave impressed to the polar zone of a surface-acoustic-waves generating means.

[Drawing 4] It is the rough perspective view showing the condition of having equipped the fluid injection head of this invention with the liquid service tank.

[Description of Notations]

- 1 Piezo Electric Crystal Substrate
- 2 IDT (Tandem-Type Crossover Finger-like Electrode)
- 3 Rib
- 4 Nozzle
- 5 Printed Circuit Board
- 6 Wire
- 8 Cartridge Holder
- 9 Liquid Service Tank
- 10 Connector
- 12 UDT (on the Other Hand Tropism Tandem-Type Crossover Finger-like Electrode)

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-178508
(P2002-178508A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002.6.26)

(51) Int.Cl.⁷

B 4 1 J 2/015

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テーマコード(参考)

1 0 3 Z 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-376780(P2000-376780)

(22) 出願日 平成12年12月12日(2000.12.12)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 塚田 護

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100095991

弁理士 阪本 善朗

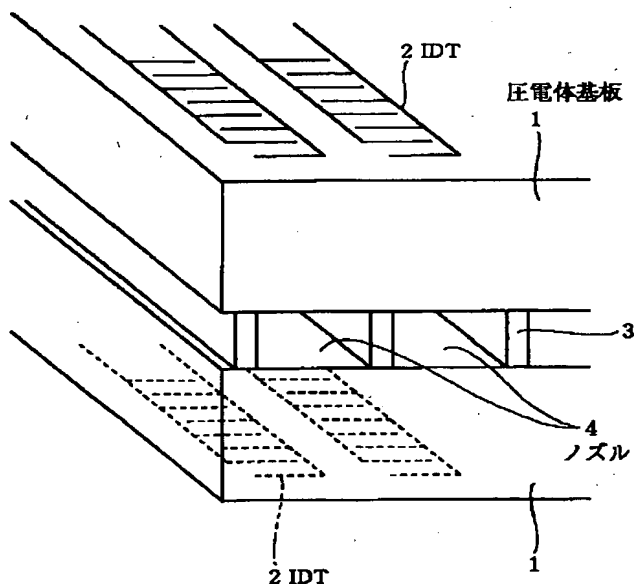
Fターム(参考) 2C057 AF33 AF51 AF65 AC39 AC44
AG91 AR16 BF06

(54) 【発明の名称】 液体噴射ヘッドおよびその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 表面弾性波を利用して吐出液滴の制御性に優れた新規な構造を備えた液体噴射ヘッドおよびその駆動方法を提供する。

【解決手段】 弾性表面波の波長程度の厚さとする圧電体基板1を2枚重ね合わせてその間にノズル4を形成するとともに、圧電体基板1のノズル4と反対側の面にそれぞれ楕型交差指状電極(IDT2またはUDT12)を配置する。両楕型交差指状電極(IDT2またはUDT12)にそれぞれ同一の駆動波形を印加してバースト駆動することにより、ノズル4を形成する壁面に弾性表面波を生じさせてノズル4内の液体を先端部から液滴として吐出させる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面弾性波によって液滴を吐出させる液体噴射ヘッドにおいて、圧電体基板の一面によって液流路を形成するとともに、該圧電体基板の反対側の面に表面弾性波発生手段を配置することを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項2】 表面弾性波によって液滴を吐出させる液体噴射ヘッドにおいて、2枚の圧電体基板を重ね合わせてその間に液流路を形成するとともに、前記圧電体基板の液流路と反対側の面にそれぞれ表面弾性波発生手段を配置することを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項3】 前記圧電体基板の厚さを表面弾性波の波長程度とすることを特徴とする請求項1または2記載の液体噴射ヘッド。

【請求項4】 前記表面弾性波発生手段を構成する電極の交差幅が吐出させる液体の定常波条件に略等しいことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項5】 前記液流路の吐出口高さが吐出させる液体の定常波条件に略等しいことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項6】 前記表面弾性波発生手段が櫛型交差指状電極（IDT）または一方向性櫛型交差指状電極（UDT）であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項7】 前記表面弾性波発生手段が複数並列して形成されていることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項8】 液体供給タンク装着機構と吐出ノズル選択手段および駆動手段を備えていることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項9】 請求項1ないし7のいずれか1項に記載の液体噴射ヘッドにおいて、液流路を形成する圧電体基板の反対側の面に配置した表面弾性波発生手段に、前記液流路の吐出口の液面の変位速度が最大で、該液面に対して液吐出方向に力が作用しているときにバースト駆動を終了させることを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項10】 表面弾性波発生手段を駆動することにより発生する表面弾性波によって液流路から液滴を吐出させる液体噴射ヘッドにおいて、液流路を形成する2枚の圧電体基板の反対側の面に表面弾性波発生手段をそれぞれ配置し、両表面弾性波発生手段にそれぞれ同一の駆動波形を印加することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項11】 前記表面弾性波発生手段が櫛型交差指状電極（IDT）または一方向性櫛型交差指状電極（UDT）であることを特徴とする請求項10記載の液体噴射ヘッドの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、櫛型交差指状電極により発生する表面弾性波を利用して液滴を吐出させる液体噴射ヘッドおよびその駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の液体噴射方法は、急激に熱を与えることによって液体の相転移を引き起こさせ、その発泡圧力で液滴を吐出させるヒータ駆動方式と、液体の入った加圧室に付設した圧電素子を変形させることによって液滴を吐出させる圧電（ピエゾ）方式が最も一般的である。これらの方式はいずれも液体噴射ヘッドにより多数のかつ微細なノズルを高密度に配置しようとする、きわめて精密な成形技術やプロセス技術が要求されるために、印刷画質の高精細化、高速化に近年大きく問題を投げかけている。また、圧電方式の場合、印加単位電圧当たりなるべく大きな力でかつ大きな変位量を実現できるような材料が望まれるため、PZT系の圧電材料を使用することが必要であるが、このPZT系の圧電材料は鉛を含有した材料であるため、環境的な視野からその使用は望ましくない。

【0003】このような問題に対して、塩川氏等により表面弾性波（SAW：Surface Acoustic Wave）のストリーミング現象を利用した技術（電子情報通信学会技術報告書、US89-51、P41～46）が提案され、さらに、特開平06-064173号公報、特開平10-034909号公報等においても、櫛型交差指状電極により発生する表面弾性波SAWを利用した液体噴射装置が提案されている。この種の表面弾性波を利用する液体噴射ヘッドにおいては、一般に、圧電体基板の表面に櫛型交差指状電極（IDT：Inter-digital Transducer）を配置し、この櫛型交差指状電極を配置した面と同じ面に発生する表面弾性波を利用して液体を吐出させるように構成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、表面弾性波を利用する液体噴射ヘッドにおいては、厚さが十分に厚い圧電体基板の表面に櫛型交差指状電極（IDT）を配置し、この櫛型交差指状電極を配置した面と同じ面に発生する表面弾性波を利用して液体を吐出させることが一般的であるため、液流路（ノズル）内に電極を配置しなければならず、電極とインク等の液体の接触から電気化学的反応が懸念され、また、電極を駆動させるドライバ回路側に引き出すことも困難であった。そのため、この種の液体噴射ヘッドは、いずれも、液滴のサイズやその吐出方向等の液滴の制御性の問題や液体供給系などヘッドの構成に不十分な点がみられ、製品化に至っていない。

【0005】また、従来の圧電方式の液体噴射ヘッドに

(3)

3

おけると同様に圧電体に含有される鉛材料の環境的な視点から、鉛を含有しない材質で、変位量の少ないものであっても液体を十分に吐出させることができる構造を備えた液体噴射ヘッドが要望されている。

【0006】そこで、本発明は、前述した従来技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、表面弾性波を利用して吐出液滴の制御性に優れた新規な構造を備えた液体噴射ヘッドおよびその駆動方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドは、表面弾性波によって液滴を吐出させる液体噴射ヘッドにおいて、圧電体基板の一面によって液流路を形成するとともに、該圧電体基板の反対側の面に表面弾性波発生手段を配置することを特徴とする。

【0008】また、本発明の液体噴射ヘッドは、表面弾性波によって液滴を吐出させる液体噴射ヘッドにおいて、2枚の圧電体基板を重ね合わせてその間に液流路を形成するとともに、前記圧電体基板の液流路と反対側の面にそれぞれ表面弾性波発生手段を配置することを特徴とする。

【0009】本発明の液体噴射ヘッドにおいては、前記圧電体基板の厚さを表面弾性波の波長程度とすることが好ましい。

【0010】本発明の液体噴射ヘッドにおいては、前記表面弾性波発生手段を構成する電極の交差幅が吐出させる液体の定常波条件に略等しいことが好ましく、さらに、前記液流路の吐出口高さが吐出させる液体の定常波条件に略等しいことが好ましい。

【0011】本発明の液体噴射ヘッドにおいて、前記表面弾性波発生手段が櫛型交差指状電極（IDT）または一方向性櫛型交差指状電極（UDT）であることが好ましい。

【0012】本発明の液体噴射ヘッドにおいて、前記表面弾性波発生手段が複数並列して形成されていることが好ましく、また、液体供給タンク装着機構と吐出ノズル選択手段および駆動手段を備えていることが好ましい。

【0013】さらに、本発明の液体噴射ヘッドの駆動方法は、前述した液体噴射ヘッドにおいて、液流路を形成する圧電体基板の反対側の面に配置した表面弾性波発生手段に、前記液流路の吐出口の液面の変位速度が最大で、該液面に対して液吐出方向に力が作用しているときにバースト駆動を終了させることを特徴とする。

【0014】本発明の液体噴射ヘッドの駆動方法は、表面弾性波発生手段を駆動することにより発生する表面弾性波によって液流路から液滴を吐出させる液体噴射ヘッドにおいて、液流路を形成する2枚の圧電体基板の反対側の面に表面弾性波発生手段をそれぞれ配置し、両表面弾性波発生手段にそれぞれ同一の駆動波形を印加するこ

4

とを特徴とする。

【0015】

【作用】本発明の液体噴射ヘッドによれば、表面弾性波を発生させるIDTまたはUDTを形成する圧電体基板の厚さを表面弾性波の波長程度に薄くすることにより、IDTまたはUDTを配置した面の裏面側にも表面弾性波を励振できることを利用することにより、液流路内に電極を配置することを必要とせず、電極の安定性を向上させるとともに液滴の制御性を向上させることができ、液体供給系、ヘッド構成の完全な実用可能なデバイスとすることができるとともに、従来方式のヘッドではなし得ていないA4サイズ幅のようなフルマルチノズル化も可能なヘッドを提供する。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0017】図1は、本発明の液体噴射ヘッドの一実施例の構成を概略的に図示する部分斜視図であり、図2の（a）は、本実施例における表面弾性波発生手段としての電極部を示す模式図であり、同（b）は表面弾性波発生手段の電極部に印加する駆動波形の一例を示す図である。

【0018】図1において、1は、表面弾性波発生手段としての櫛型交差指状電極（IDT：Inter-digital Transducer）2が一面に形成された圧電体基板であり、これらの2枚の圧電体基板1をIDT2が形成されていない面を相対向させていわゆる背中合わせに重ね合わせ、両者の間に所定の間隔をおいて配置したリブ3を介して液流路となるノズル4を形成するように構成され、上下の両IDT2はそれぞれの位置が互いに重なるように配置され、各ノズル4はIDT2にそれぞれ対応するように配置されている。IDT2は、図1においては上下の圧電体基板1にそれぞれ2個のみ図示するが、圧電体基板1上にそれぞれ幅方向に多数並列して形成される。このIDT2は、表面弾性波を発生させることができるものであり、図2の（a）に示すように、圧電体基板1の一面に、フォトリソグラフィプロセスによって、通常のIDT電極の設計要領にしたがって作成される。これは、例えば、「弾性表面波工学」（（社）電子通信学会、柴山乾夫監修）p57～、「超音波スペクトロスコピー（応用編）」（培風館）p58～などに示されるように、一般的な技術である。また、IDT2の各電極の端部は、図2の（a）に示すように、吐出ノズル選択手段および駆動手段を備えたプリント基板5にワイヤー6によってワイヤーボンディングされ、IDT2は、外部からプリント基板5を介して駆動波形が印加され、表面弾性波を発生させる。なお、IDT2は、圧電体基板の材質、表面弾性波の伝播速度や励起周波数等に応じて最適化するように形成することができる。

【0019】また、本発明の液体噴射ヘッドにおいて

10

20

30

40

50

(4)

5

は、圧電体基板1の厚さを表面弾性波の波長程度に薄くすることにより、IDT2を形成した面の裏面側にも十分な表面弾性波を励振できることに着目するものである。例えば、圧電体基板1として、 128° 回転Y板X伝播LiNbO₃の単結晶を用い、圧電体基板1の厚さを表面弾性波の波長程度に薄くして、その一面にIDT2を形成して、このIDT2を駆動することにより、圧電体基板1のIDT2を形成した面とは反対側の裏面（すなわち、ノズル4を形成する壁面）にも表面弾性波が生じ、この表面弾性波を利用する。

【0020】このように構成される液体噴射ヘッドは次のように作製することができる。

【0021】圧電体基板1の一面にIDT2（図2の（a））をフォトリソグラフィプロセスによって通常のIDT電極の設計要領にしたがって作成する。このような圧電体基板1を2枚作製するとともに、圧電体基板1のIDT2を形成していない面（すなわち、ノズルの壁面を形成する面）にスクリーン印刷で接着剤をデポジットして所定の高さとなるようにリブ3を複数取り付け。そして、2枚の圧電体基板1のIDT2を形成していない面を対向させて背中合わせに配置し、かつ上下のIDT2の位置が互いに重なるようにアライメントした上で、接着して硬化させる。これによって、上下の両圧電体基板1のIDT2を形成していない面がノズル4を形成する壁面となり、ノズル4の高さはリブ3の高さによって規定される。このように接合された上下の両圧電体基板1には、図4に示すように、接着剤で液供給流路を塞がないように、カートリッジホルダ8を接着する。カートリッジホルダ8の一面にはIDT2にワイヤーボンディングされたプリント基板5が取り付けられる。なお、図4にはプリント基板5は1個のみ図示しているが、裏面側にも他方の圧電体基板に形成されたIDTにワイヤーボンディングされたプリント基板が同様に配置されている。カートリッジホルダ8の後方に液体を充填した液体供給タンク9を装着して、該液体供給タンク9からノズル4に液体を供給する。また、図4に図示する装置は、IDTおよびノズル4が複数並列され、フルマルチノズルタイプを構成している。このように作製される液体噴射ヘッドは、IDT2には、コネクタ10から吐出ノズル選択手段および駆動手段を備えたプリント基板5を介して駆動波形が印加され、ノズル4から液滴の吐出を行うように構成されている。

【0022】次に、以上のように構成される液体噴射ヘッドにおいて、圧電体基板に形成した表面弾性波発生手段としてのIDTとその駆動形態について図2を参照して説明する。

【0023】IDT2の駆動は、方形波やサイン波等の駆動波形（図2の（b）にはサイン波形の例を示す）をプリント基板5を介して印加してバースト駆動する。ここで、圧電体基板1として 128° 回転Y板X伝播Li

6

NbO₃の単結晶を用いると、この材料の表面弾性波の速度（ v ）は約4000m/secであり、駆動周波数を20MHzとすると、本実施例の構成条件は一意に定まる。すなわち、圧電体基板1の厚さは0.2mm（ $=\lambda$ ）、液体の定常波条件は、圧電体基板から液体に媒質が変わった場合に振動数が変わって波長が変わらないとして、 $\lambda/2$ の値は、電極ピッチが100 μ m、電極の交差幅100 μ m、ノズル高さ100 μ mとなる。なお、電極材はアルミニウムとする。

10 【0024】また、液体の音速（ v_1 ）を1500m/secとすると、表面弾性波が、（ v/v_1 ）4000/1500=2.66回振動したときに、液体での振動面は1回振動に達し、このとき変位の速度は最大であるので、この整数倍で励振が終了するようにしておけば、このとき液滴が最も放り投げ出される。したがって、図2の（b）においては、駆動周波数を20MHzとして、振幅10Vでバースト回数2.5回駆動する例を示す。このように、バースト駆動する際にそのバーストの回数と振幅の高さは、ノズルの大きさに対するノズル構成材料のぬれ性を考慮した上で液体の表面張力に対して打ち勝ちさらにある速度で液滴が飛翔できるように十分大きな力となるような条件を設定する。

20 【0025】また、表面弾性波の速度を v 、液体の音速を v_1 とすると、水中縦波の放射角 θ は、 $\theta = \sin^{-1}(v_1/v)$ で表されることがわかっている。これを2枚背中合わせで液流路の外側に配置されたそれぞれのIDT2に同一波形を印加した場合には、水中縦波のベクトル合成の結果、液滴吐出の指向性を高めることができる。さらに、表面弾性波は、IDTを構成する電極の交差幅にしか立たないので、IDTを構成する電極の交差幅を吐出させる液体の音速波長（表面弾性波の波長に等しい） $\lambda/2$ の整数倍に略等しく、すなわち、吐出させる液体の定常波条件にほぼ等しいものとする。30 ことによって、液滴の制御性に寄与する。また、ノズル4（吐出口）の高さを吐出させる液体の音速波長の $\lambda/2$ の整数倍にほぼ等しくすることで、吐出させる液体の定常波を作ることができ、液滴の制御性に寄与する。なお、ノズル4の幅を規定するリブ3については、表面弾性波がIDT2の電極の交差幅にしか立たないので、必ずしもノズル毎に設ける必要はない。しかし、各ノズル毎に設けかつリブを定常波条件の幅としておいてもかまわない。

【0026】また、前述した実施例では、ノズル4を形成する2枚の圧電体基板1のそれぞれ外側の面に形成したIDT2を同時に駆動するようにしているが、一方の圧電体基板1上のIDT2のみを駆動することによっても液滴を吐出させることは可能である。しかし、液滴の指向性においてやや劣る面がある。

【0027】次に、本発明の液体噴射ヘッドの他の実施例について図3を参照して説明する。本実施例において

50

(5)

7

は、表面弾性波発生手段が前述した実施例と異なり、その他の構成や条件は前述した実施例と同様である。

【0028】図3の(a)は、本発明の液体噴射ヘッドにおける表面弾性波発生手段としての他の電極部を示す模式図であり、同(b)は、表面弾性波発生手段の電極部に印加する駆動波形の一例を示す図である。

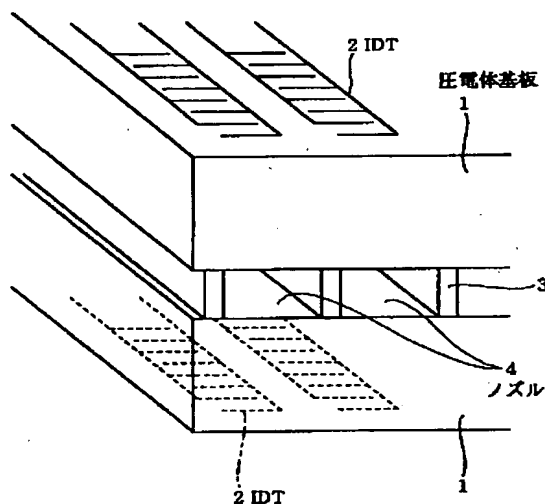
【0029】本実施例においては、表面弾性波発生手段として、図3の(a)に例示する一方向性櫛型交差指状電極(UDT:Uni-Directional Transducer)12を用いるものであり、このUDT12は、IDTの双方向性の損失を防ぐように一方向にのみ表面弾性波を励振することができるものであり、表面弾性波の損失を最小限に抑えることができ、液滴の制御性を向上させることができる。

【0030】UDT12の作成は、前述したIDT2と同様に、圧電体基板1の一面に、フォトリソグラフィプロセスによって、通常のUDT電極の設計要領にしたがって作成され、UDT12は、圧電体基板の材質、表面弾性波の伝播速度や励起周波数等に応じて最適化するように形成することができる。UDT12は、三相交流で、表面弾性波がノズル方向に進行するように方形波またはサイン波(図3の(b)にはサイン波形を示す)で駆動され、前述した実施例と同様に、駆動周波数を20MHzとして、振幅10Vで2.5回のバースト駆動を行うことにより、液滴を制御よく吐出させることができる。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、表面弾性波を発生させるIDTあるいはUDTを形成する圧電体基板の厚さを表面弾性波の波長程度に薄くすることにより、IDTあるいはUDTを配置した面の裏面

【図1】



8

側にも表面弾性波を励振できることを利用することにより、液流路内に電極を配置することを必要とせず、電極の安定性を向上させるとともに液滴の制御性を向上させることができ、液体供給系、ヘッド構成の完全な実用可能なデバイスとすることができるとともに、従来方式のヘッドではなし得ていないA4サイズ幅のようなフルマルチノズル化も可能なヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液体噴射ヘッドの一実施例の構成を概略的に図示する部分斜視図である。

【図2】(a)は本発明の液体噴射ヘッドの一実施例における表面弾性波発生手段としての電極部を示す模式図であり、(b)は表面弾性波発生手段の電極部に印加する駆動波形の一例を示す図である。

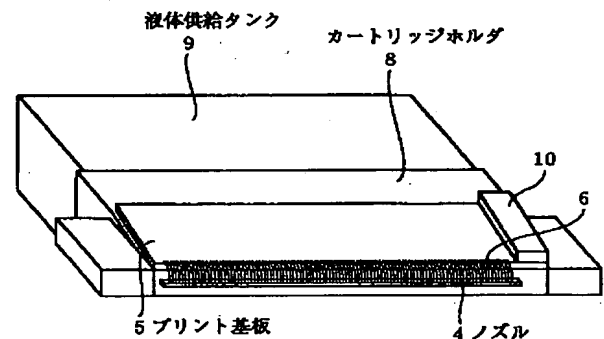
【図3】(a)は本発明の液体噴射ヘッドにおける表面弾性波発生手段としての他の電極部を示す模式図であり、(b)は表面弾性波発生手段の電極部に印加する駆動波形の一例を示す図である。

【図4】本発明の液体噴射ヘッドに液体供給タンクを装着した状態を示す概略的な斜視図である。

【符号の説明】

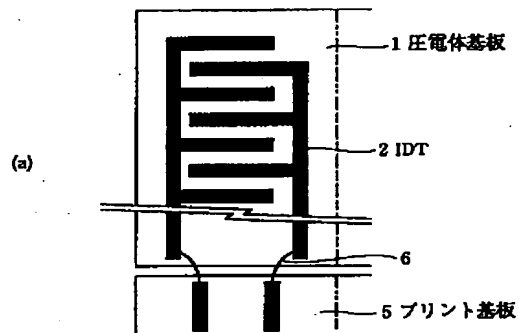
- | | |
|----|--------------------|
| 1 | 圧電体基板 |
| 2 | IDT (櫛型交差指状電極) |
| 3 | リブ |
| 4 | ノズル |
| 5 | プリント基板 |
| 6 | ワイヤー |
| 8 | カートリッジホルダ |
| 9 | 液体供給タンク |
| 10 | コネクタ |
| 12 | UDT (一方向性櫛型交差指状電極) |

【図4】



(6)

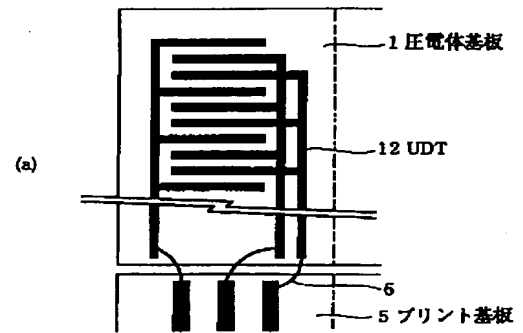
【図2】



(b)



【図3】



(b)

